

51

Int. Cl. 2:

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



**G 05 D 9/12**

D 06 F 39/08

A 47 L 15/42

**DE 28 40 627 A 1**

11

## Offenlegungsschrift **28 40 627**

20

Aktenzeichen: P 28 40 627.1

22

Anmeldetag: 19. 9. 78

43

Offenlegungstag: 27. 3. 80

30

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung:

Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes, vorzugsweise für automatisch gesteuerte Haushaltmaschinen

71

Anmelder:

Kieninger & Oberfell Fabrik für technische Laufwerke und Apparate, 7742 St Georgen

72

Erfinder:

Scheer, Erich, Ing.(grad.), 7742 St Georgen; Wöhrstein, Hermann, Ing.(grad.), 7238 Oberndorf

**DE 28 40 627 A 1**

Patentansprüche

1.

Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes, vorzugsweise automatisch gesteuerter Haushaltmaschinen, insbesondere Wasch- und Geschirrspülmaschinen, mit einem abhängig vom Flüssigkeitsstand beaufschlagbaren Glied, dessen Beaufschlagung mittels eines elektrischen Gebers in ein elektrisches Signal umsetzbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die mechanische Belastung des abhängig vom Flüssigkeitsstand (h) mechanisch beaufschlagbaren Gliedes (8) auf eine mechanisch-elektrische Wandleranordnung (11) übertragbar und durch diese stetig in ein den jeweiligen Ist-Wert des Flüssigkeitsstandes kennzeichnendes elektrisches Signal umsetzbar ist.

2.

Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß durch die mechanisch-elektrische Wandleranordnung (11) ein analoges elektrisches Signal verabfolgbar ist und daß das analoge elektrische Signal über einen nachgeordneten Analog-Digitalwandler (15) in ein entsprechendes digitales Signal umwandelbar ist, welches dem einen Eingang (16a) einer dem elektrischen oder elektronischen Programmsteuergerät (17) zugeordneten elektronischen Komparatorschaltung (16) zuführbar ist, deren anderer Eingang (16b) durch den jeweils vom Programmsteuergerät (17) geforderten Soll-Wert des Flüssigkeitsstandes (h) digital markierbar ist und daß über den Ausgang (16c, 16d) der elektronischen Komparatorschaltung (16) ein ggf. eine Korrektur des Ist-Wertes des Flüssigkeitsstandes (h) auf dessen vom Programmsteuergerät (17) geforderten Soll-Werte ermöglichtes Funktionselement der automatisch gesteuerten Haushaltmaschine (Ventil, Pumpe; 19, 20) schaltbar ist.

3. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Umwandlung der mechanischen Belastung des abhängig vom Flüssigkeitsstand (h) mechanisch beaufschlagbaren Gliedes (8) in ein elektrisch-analoges Signal durch ersteres ein piezoelektrisches Element (11) mechanisch beaufschlagbar ist

03001340407

und daß wenigstens ein abhängig von der mechanischen Beaufschlagung des piezoelektrischen Elementes (11) beaufschlagbarer, zeitlich konstanter elektrischer Kennwert des beaufschlagbaren piezoelektrischen Elementes (11) zur Steuerung des einen Einganges (16a) der elektronischen Komparatorschaltung (16) nutzbar ist.

4. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, daß der abhängig von der mechanischen Beaufschlagung beeinflußbare elektrische analoge Kennwert des piezoelektrischen Elementes (11) durch die elektronische Wandlerschaltung (15) in einen entsprechenden Digitalwert umwandelbar ist, der dem einen Eingang (16a) der elektronischen Komparatorschaltung (16) zuführbar ist.
5. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß die mit der mechanischen Belastung einhergehende Änderung der Kapazität des piezoelektrischen Elementes (11) elektrisch meßbar und als analoger elektrischer Kennwert zur Steuerung des elektronischen Analog-Digitalwandlers (15) nutzbar ist.

03001370407

6. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß die mit der mechanischen Beaufschlagung veränderbare elektrische Resonanzfrequenz des piezoelektrischen Elementes (11) als analoger Kennwert zur Steuerung des elektronischen Analog-Digitalwandlers (15) nutzbar ist.
7. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß die mit der mechanischen Beaufschlagung veränderbare Kapazität des piezoelektrischen Elementes (11) der variablen Abstimmung eines Oszillatorkreises (14) dient.
8. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 4, 6, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Element (11) frequenzbestimmendes Teil einer piezoelektrischen Oszillatorschaltung (14) ist.

9. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 4, 6 - 8, dadurch gekennzeichnet, daß die analog-digitale Wandlerschaltung (15) als ein Frequenz-Digitalwandler ausgebildet ist, durch welchen der Wert der Schwingungsfrequenz der Oszillatorschaltung (14) in ein entsprechendes elektrisches digitales Signal umwandelbar ist, das dann einem Eingang (16a) der elektronischen Komparatorschaltung (16) zuführbar ist.
10. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß das mechanisch belastbare, piezoelektrische Element (11) durch einen elektrischen Frequenzgenerator (25) zur Erzeugung mechanischer Schwingung erregbar ist und daß die mit der mechanischen Beaufschlagung verbundene stetige Änderung einer Kenngröße des Schwingungssystems (11) als Kriterium für den Betrag der mechanischen Beaufschlagung des piezoelektrischen Elementes (11) in Form eines elektrischen Signales darstellbar ist.
11. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 4, 10, dadurch gekennzeichnet,

daß der Frequenzgenerator (25) durch das mechanisch beaufschlagbare piezoelektrische Element (11) selbst gebildet ist, welches in einer elektronischen Rückkopplungsschaltung zu mechanischen Eigenschwingungen erregbar ist.

12. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 4, 10, 11, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Erregung mechanischer Schwingungen des piezoelektrischen Elementes (11) im Bereich der mechanischen Resonanzfrequenz stattfindet.
13. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 4, 10 - 12, dadurch gekennzeichnet, daß die mit der mechanischen Beaufschlagung des piezoelektrischen Elementes (11) einhergehende Änderung der mechanischen Eigenfrequenz des in eigener Rückkopplung (26, 27, 28) arbeitenden mechanisch schwingenden piezoelektrischen Elementes (11) als Kriterium für den Betrag der mechanischen Belastung desselben elektrisch meßbar und durch einen nachgeordneten Frequenz-Digitalwandler (15) in ein entsprechendes elektrisches digitales Signal umwandelbar ist.

14. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 4, 10 - 12, dadurch gekennzeichnet, daß durch das durch eine elektronische Oszillatorschaltung (25) zu mechanischen Schwingungen angeregte piezoelektrische Element (11) eine von seiner Schwingungsamplitude abhängige Wechselspannung erzeugbar ist, welche unter dem Einfluß der mechanischen Beaufschlagung des piezoelektrischen Elementes (11) variierbar ist und zur Kennzeichnung des Betrages der mechanischen Beaufschlagung durch eine nachgeordnete Analog-Digitalwandlerschaltung (15) in ein entsprechendes digitales elektrisches Signal umwandelbar ist.

15. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, daß als mechanisch beaufschlagbares, piezoelektrisches Element ein sogenanntes Biegeelement (11) aus einem geeigneten, piezoelektrischen Werkstoff Anwendung findet.

16. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 3 und 15, dadurch gekennzeichnet, daß das beaufschlagbare piezoelektrische Element (11) als ein- oder zweiseitig gehaltes, entsprechend polarisiertes Biegeelement (11) ausgebildet ist, das abhängig von der Belastung des durch den Flüssigkeitsstand (h) mechanisch beaufschlagbaren Gliedes (8) verspannbar ist.
17. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 3 und 15, 16, dadurch gekennzeichnet, daß das mechanisch beaufschlagbare, piezoelektrische Biegeelement (11) als sogenanntes multilaminares Biegeelement (11) ausgebildet ist.
18. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 3 und 15 - 17, dadurch gekennzeichnet, daß das multilaminare piezoelektrische Biegeelement als bilaminare Biegeelement ausgebildet ist.

19. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 3 und 15, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Biegeelement (11) ein Metallstreifen (11c) aufweist, welcher der Befestigung (12) und/oder der Beaufschlagung (10) des Biegelementes (11) dient.
20. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Element (11) aus einem piezokeramischen Werkstoff hergestellt ist.
21. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß das abhängig vom Flüssigkeitsstand (h) mechanisch beaufschlagbare Glied (8) durch eine mit dem Flüssigkeitsbehälter (1) pneumatisch verbundene Druckdose (7) einseitig verschließende Membrane (8) gebildet ist, deren laterale Ausformung die Beaufschlagung bewirkt.

22. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 4, 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Membrane (8) mit dem von dieser beaufschlagten piezoelektrischen Element (11) form- oder kraftschlüssig verbunden ist.
23. Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes nach Anspruch 1 - 4, 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckdose (7) mit der sie einseitig verschliegenden Membrane (8) und mit dem beaufschlagbaren piezoelektrischen Element (11) eine Baueinheit bilden, welche durch ein besonderes Schutzgehäuse abdeckbar ist.

KIENINGER & OBERGEELL  
Fabrik für technische  
Laufwerke und Apparate  
St. Georgen/Schwarzwald

M

2840627

Patentanmeldung

Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes,  
vorzugsweise für automatisch gesteuerte  
Haushaltmaschinen

---

030013/0407

2840627

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Zweck der Erfindung ist es, die Verwendung und den Einsatz automatisch gesteuerter Haushaltmaschinen zu fördern.

Es ist bekannt, zur Steuerung des Flottenstandes von insbesondere Waschmaschinen abhängig vom Druck der Flottensäule gesteuerte Kontakteinrichtungen zu verwenden. Hier handelt es sich um sogenannte Druckwächter, bei welchen also abhängig von der durch den Druck einer gemessenen Flottensäule bewirkten Kompression eines Luftkissens die Verformung einer eine Druckdose verschließenden Membrane als Kriterium für den gemessenen Flüssigkeitsstand und damit für die Kontaktbetätigung nutzbar ist.

Hierbei werden je nach dem Betrag der Verformung unterschiedliche Kontakte nacheinander betätigt, welche also jeweils einem gemessenen Niveau entsprechen. Die einzelnen Kontakte des Druckwächters, welche jeweils bei einer bestimmten Flüssigkeitsstandsmessung wirksam werden sollen, werden bei den bekannten Einrichtungen durch das zugeordnete, den Programmablauf steuernde Programmsteuergerät festgelegt bzw. angewählt.

Hierbei war jedoch der Wert oder die Höhe des jeweils ansteuerbaren Niveaus der z.B. Waschlauge verhältnismäßig starr festgelegt, eine Änderung war praktisch nicht möglich.

030013/0407

2840627

Somit war eine Programmvariation nur in verhältnismäßig engen Grenzen möglich und durchführbar. Gemäß einem älteren Vorschlag der Anmelderin wurde deshalb ein anderer Lösungsweg zur Messung und Steuerung von insbesondere Laugenständen von Waschmaschinen gesucht, der darin bestand, in den Flüssigkeits- oder Laugenzulauf einer z.B. Waschmaschine, einen proportional zur durchlaufenden Flüssigkeitsmenge beweglichen oder betätigbaren Flüssigkeitszähler einzuschalten, der proportional zur gemessenen durchlaufenden Flüssigkeitsmenge eine bestimmte Anzahl von elektrischen Impulsen verabfolgt, welche einem elektrischen Digitalzähler zuführbar sind. Dieser Digitalzähler steuert einen Eingang eines elektronischen Komparators, dessen anderer Eingang wiederum durch das vorzugsweise elektrische oder elektronische Programmsteuergerät steuerbar ist.

Bei dieser Anordnung nach dem älteren Vorschlag der Anmelderin ist zwar von seiten des Programmsteuergerätes eine beliebige Niveaughöhe der z.B. Waschlauge abrufbar. Der Vielseitigkeit der Programmgestaltung sind somit von der Einstellung der Laugenhöhe oder Flotte, z.B. einer Waschmaschine her keine Grenzen gesetzt. Es ist aber so, daß sich im Zählstand unter bestimmten Bedingungen Verschiebungen oder Verstellungen ergeben können, so z.B. durch Stromunterbrechungen, so daß eine absolute Messung des Laugenstandes nur bedingt durchführbar ist. Eine relative Berücksichtigung eines schon oder eines noch vorhandenen Laugenstandes ist bei diesem älteren Vorschlag der Anmelderin nur bedingt möglich.

030013/0407  
- 14 -

2840627

Es ist ferner bekannt, zur elektrischen oder elektronischen Steuerung des Wasser- oder Laugenzulaufes bei insbesondere Wasch- oder Geschirrspülmaschinen innerhalb des Laugenbehälters entweder galvanisch wirkende elektrische Sonden oder NTC-Widerstände vorzusehen. Im ersten Fall erfolgt dann die Verabfolgung eines Steuersignales von den Sonden nach dem Programmsteuergerät, wenn das ansteigende Laugenniveau eine galv. Verbindung zwischen Sonde und Laugenbehälter oder einer weiteren elektrischen Sonde ermöglicht. Die dadurch hervorgerufene Widerstandsänderung oder der überhaupt erst einsetzende Stromfluß zwischen den beiden elektrischen Elektrodenanordnungen dient dann als Kriterium für den zustande gekommenen Flottenstand innerhalb des Laugenbehälters.

Im zweiten Fall wird der permanent bestromte NTC-Widerstand dann abgekühlt, wenn das Laugen- oder Flüssigkeitsniveau den fixiert angeordneten NTC-Widerstand zu umspülen beginnt. Mit diesem Abkühlungsvorgang ist eine Widerstandsänderung verbunden, welche nach einer ziemlich steilen Charakteristik verläuft und eine Steuerung des Programmsteuergerätes bzw. der Programmsteuereinrichtung zur Folge hat, welche die Unterbindung des weiteren Zulaufes von Wasser oder Lauge in den Bearbeitungsbehälter nach sich zieht.

Die Zuordnung von galvanisch/elektrolytischen Sonden oder von thermischen Halbleitersonden hat zur Folge, daß sich nach und nach an diesen Laugen- oder Seifenrückstände absetzen, welche eine Verfälschung der den Laugenzufluß steuernden

030013/0407  
15

Strom- oder Widerstandswerte zur Folge haben. Diese Anordnungen erfordern deshalb eine wiederholte Reinigung der Sonden, wenn eine sichere Steuerung überhaupt erreichbar sein soll.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Steuerung des Flüssigkeitsstandes, insbesondere bei Wasch- oder Geschirrspülmaschinen, zu schaffen, welche jeweils den tatsächlichen Flüssigkeitsstand innerhalb der Haushaltmaschine zu messen gestattet und die Einstellung der unterschiedlichsten Flüssigkeitsstände durch das steuernde Programmsteuergerät erlaubt.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe durch eine Ausgestaltung des Oberbegriffes des Patentanspruches 1 so wie diese im Kennzeichen desselben niedergelegt ist.

Die Erfindung umfaßt weiter eine Reihe von Weiterbildungen und Ausgestaltungen dieses Erfindungsgedankens, welche aus den dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Schutzansprüchen entnehmbar sind.

Als ein wesentliches Merkmal der Erfindung ist die Verwendung eines piezoelektrischen, insbesondere piezokeramischen Elementes als mechanisch-elektrischer Wandler anzusehen. Ein derartiges Wandlerelement hat den Vorteil, daß es kontaktlos arbeitet und bei kleinen Betätigungswegeen ein ausreichendes Signalverhältnis gewährleistet.

Zweckmäßig wird hierzu ein sogenanntes bilaminares Biegeelement eingesetzt, das ein- oder zweiseitig eingespannt ist und die Verabfolgung eines Signales entsprechender Amplitude erlaubt.

Ein derartiges bilaminares Biegeelement besteht z.B. zweckmäßig aus zwei miteinander verbundenen, übereinanderliegenden Streifen aus piezokeramischem Werkstoff, welche in Beaufschlagungsrichtung eine zueinander entgegengesetzte Polarisation aufweisen können. Beide Streifen werden miteinander beaufschlagt bzw. betätigt und sind zweckmäßig miteinander verbunden, so z.B. durch Verkleben.

Wird eine Ausbiegung bzw. eine Beaufschlagung eines derartigen bilaminaren Biegeelementes vorgenommen, so wird die innerhalb der Biegung liegende Lamelle gestreckt, die außerhalb der Biegung liegende Lamelle hingegen gedehnt. Stauchung und Dehnung eines piezoelektrischen, insbesondere auch piezokeramischen Werkstoffes haben z.B. resultierende Piezopotentiale unterschiedlicher Richtungen zur Folge. Da jedoch beide Lamellen des bilaminaren Biegeelementes unterschiedliche Polarisationen aufweisen können, addieren sich die resultierenden Einzelpotentiale zu einem entsprechend vergrößerten Gesamtpotential.

Mit der Verbiegung oder Verspannung des piezoelektrischen Biegeelementes ist gleichzeitig die Änderung von Kennwerten des piezoelektrischen Biegeelementes verbunden, die ebenfalls meßbar ist und als Kriterium für den Betrag oder den Umfang der Verspannung bzw. Belastung des piezoelektrischen

030013/0407

Biegeelementes und damit für das Maß oder den Wert des Flüssigkeitsstandes in der zu überwachenden Haushaltmaschine dienen kann.

In den beiliegenden Zeichnungen ist die Erfindung im einzelnen schematisch dargestellt.

Es stellen dar:

Fig. 1 die Anordnung nach der Erfindung in einer schematischen Darstellung.

Fig. 2 eine Detaildarstellung einer Weiterbildung der Anordnung nach Fig. 1.

In Fig. 1 stellt 1 den Behälter einer automatisch gesteuerten Haushaltmaschine, insbesondere einer Wasch- oder Geschirrspülmaschine dar, deren Flüssigkeitsstand h durch die Anordnung nach der Erfindung überwacht werden soll. Hierzu ist am Behälter 1 eine Düse 2 vorgesehen, welche über eine Öffnung 3 mit der Behälterflüssigkeit verbunden ist. Ein Stutzen 4 dieser Düse 2 ist mit einem Schlauch 5 verbunden, der andererseits an den Stutzen 6 einer Membrandose 7 geführt ist. Diese Membrandose 7 ist in an und für sich bekannter Weise durch eine Membrane 8 abgedeckt bzw. verschlossen.

Über die Düse 2 bildet sich unter dem Einfluß der Flüssigkeitssäule in dem Schlauch 5 und der Membrandose 7 ein pneumatisches Luftkissen aus, welches zur Verspannung der elastischen

030013/0407  
- 18 -

Membrane 8 führt und zwar je nachdem, wie hoch diese Flüssigkeitssäule h auf Grund des in dem Behälter 1 vorhandenen Flüssigkeitsniveau ausgebildet ist.

Der Betrag der relativen Auslenkung bzw. Verspannung der Membrane 8 unter dem Einfluß der pneumatischen Drucksäule ist also ein direktes Maß für den Wert oder die Höhe des Flüssigkeitsstandes h.

In dem Schlauch 5 ist ein Kapillarpfropfen 9 vorgesehen, welcher in bekannter Weise eine Dämpfung von momentanen Druckänderungen innerhalb der Düse 2 bzw. des Schlauches 5 bewirkt, die z.B. durch Schwallbewegungen der im Behälter 1 enthaltenen bzw. einfließenden Nutzflüssigkeit hervorgerufen werden können. Die durch den Kapillarpfropfen 9 bewirkte Dämpfung der auftretenden Druckänderungen bewirkt, daß nur länger wirksame Änderungen des Flüssigkeitsstandes im Behälter 1 von Einfluß auf die Verspannung der Membrane 8 werden können.

Über ein Gestänge 10 ist nun die Membrane 8 mit einem piezoelektrischen Elemente 11 verbunden, welches in diesem Ausführungsbeispiel als einseitig gehaltes Biegeelement ausgebildet ist, das in einem Sockel 12 gehaltes ist. In diesem Ausführungsbeispiel ist das piezoelektrische Biegelement 11 als bilaminares Element ausgebildet, welches aus den beiden Plättchen 11a, 11b und der Metallzunge 11c besteht. Alle drei Teile bilden eine Einheit.

Die Metallzunge 11a dient der Beaufschlagung durch das Gestänge 10 und damit durch die Membrane 8, sowie zur Halterung des Biegeelementes 11 in dem zugeordneten Sockel 12.

Unter dem Einfluß des durch die Membrane 8 über das Gestänge 10 bewirkten Beaufschlagung oder Belastung des piezoelektrischen Elementes 11, wird dieses um seinen Fixpunkt im Sockel 12 verspannt und ändert dadurch seine elektrischen Kennwerte.

So wird z.B. an den Außenbelägen der Plättchen 11a, 11b in Fig. 1 eine piezoelektrische Spannung erzeugt, welche jedoch hier zunächst nicht als Meßkriterium geeignet ist, da dieser Potentialwert durch Isolationsfehler und Übergangswiderstände nach und nach ausgeglichen, d.h. zum Verschwinden gebracht wird und somit dann auf Grund dieser vorliegenden Zeitkonstante für den Meßvorgang nicht mehr zur Verfügung steht. Die bei der Verspannung eines piezoelektrischen Elementes auftretende elektrische Spannung ist auf Grund ihrer fehlenden Langzeitkonstanz zunächst also nicht ohne weiteres für die Feststellung des Flüssigkeitsniveaus innerhalb des Behälters 1 geeignet.

Statt dessen wird gemäß einer zweckmäßigen Ausführungsform der Erfindung z.B. vorgeschlagen, die mit der sich ändernden Belastung oder Verspannung des Biegeelementes 11 variable Kapazität oder elektrische Resonanzfrequenz desselben als Meßkriterium zu verwenden, weil es sich hier um Größen handelt, welche im wesentlichen von zeitlich konstanter Natur sind und praktisch dauernd verfügbar bleiben, unabhängig davon, wieviel Zeit seit der letzten Änderung der Belastung oder Verspannung des Biegeelementes 11 vergangen ist.

030013/0407

Gemäß einer vorteilhaften Ausbildung der Erfindung ist das piezoelektrische Biegeelement 11 als piezokeramisches Teil herausgebildet, und z.B. aus einem Werkstoff hergestellt, welcher unter dem Handelsnamen Piezoxid bekanntgeworden ist. Diese piezokeramischen Teile sind preiswert, weitgehend unempfindlich gegen äußere Einflüsse und weisen bei mechanischer Belastung eine ausreichende Änderung ihrer elektrischen Kenngrößen auf. Die piezokeramischen Elemente sind außerdem unempfindlich gegen Feuchtigkeit und chemische Einflüsse von außen, so, wie diese z.B. bei automatisch gesteuerten Haushaltmaschinen, so Wasch- und Geschirrspülmaschinen, auftreten können.

Derartige Werkstoffe bestehen bevorzugt aus Blei-Zirkonat-Titanat, Kalium-Natrium-Niobat o.ä. keramischen Verbindungen. Diese keramischen piezoelektrischen Teile bzw. Biegeelemente 11 haben in der Anwendung beim Gegenstand nach der Erfindung den Vorteil, daß sie einerseits mechanisch, chemisch und klimatisch beständig sind und andererseits schon geringe Verspannungen bzw. Auslenkungen ausreichend sind, um eine genügende Kenngrößen-Variation, welche zur Messung nutzbar ist, zu erzielen.

Das keramische, piezoelektrische Biegeelement 11 ist beispielsweise nur einseitig gelagert bzw. gehaltert.

Es wäre aber auch eine zweiseitige Lagerung bzw. Halterung des Biegeelemente 11 möglich, wobei dann das Gestänge 10 der Membrane 8 zweckmäßig etwa mittig am Biegeelement 11 angreifend angeordnet sein müßte.

Gemäß einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung sind nun die Beläge des keramischen piezoelektrischen Biegeelementes 11 über Zuleitungen 13 mit einer Oszillatorschaltung 14 verbunden. Entsprechend einer Ausbildungsform der Erfindung wird der physikalische Effekt genutzt, daß bei der Beaufschlagung des piezoelektrischen, insbesondere piezokeramischen Elementes, vorzugsweise Biegeelementes 11, eine Änderung der Kapazität auftritt, welche als meßbares Kriterium für den Grad der vorliegenden Belastung und damit für die Höhe des vorliegenden Flüssigkeitsstandes nutzbar ist.

Hierzu ist der Oszillator 14 zugeordnet, dessen Eigenfrequenz durch die Kapazitätsänderung des beaufschlagten bzw. belasteten piezoelektrischen Biegeelementes 11 varierbar bzw. verstimmbar ist. Diese Änderung der Frequenz dient also als Kriterium für den Wert der eingetretenen Belastungsänderung des Biegeelementes 11 und damit der Änderung des Flüssigkeitsstandes  $h$  im Behälter 1 der insbesondere Wasch- oder Geschirrspülmaschine. Die Messung der Kapazitätsänderung erlaubt eine freie Wahl der Meßfrequenz in einem weiten Bereich.

Als weiteres Kriterium für die Feststellung der vorliegenden Belastung des piezoelektrischen Biegeelementes 11 und damit mittelbar des Flüssigkeitsstandes im Behälter 1 der insbesondere Wasch- oder Geschirrspülmaschine bietet sich der physikalische Effekt an, daß sich die elektrische Eigen- oder Resonanzfrequenz des Biegeelementes 11 bei der mechanischen Beaufschlagung ändert. Hierbei sind ausgeprägte Signalwerte erzielbar.

Für den Fall, daß dieser Effekt genutzt werden soll, wird das piezoelektrische Biegeelement 11 zweckmäßig als frequenzbestimmendes Teil eines piezoelektrischen Oszillators 14 geschaltet, das mit seiner jeweiligen elektrischen Eigenfrequenz die Schwingfrequenz des Oszillators 14 bestimmt. Die Schwingfrequenz des piezoelektrischen Oszillators 14 ist dann mit der Belastung des piezoelektrischen, insbesondere piezokeramischen Biegelementes 11 variabel und somit als Hilfsgröße für den Meß- und Steuervorgang unmittelbar nutzbar.

Der Oszillatorschaltung 14 ist eine Frequenz-Digitalwandler-schaltung 15 nachgeordnet, welche der laufenden Umwandlung des vom Meßvorgang bestimmten Frequenzwertes des Oszillators 14 in ein digitales elektrisches Signal dient.

Das am Ausgang 15a des Frequenz-Digitalwandlers 15 verabfolgte digitale Signal kennzeichnet also den Wert des durch die Anordnung nach der Erfindung zu messenden Flüssigkeitsstandes  $h$ .

Dieses digitale Signal, welches den Ist-Wert des Flüssigkeitsstandes  $h$  im Behälter 1 der insbesondere Wasch- und Geschirrspülmaschine darstellt, wird dem Eingang 16a einer

030013/0407  
- 23 -

elektronischen Komparatorschaltung 16 zugeführt, deren zweiter Eingang 16b vom Ausgang 17a eines elektrischen oder elektronischen Programmsteuergerätes 17 auf den Soll-Wert des Flüssigkeitsstandes  $h$  digital markiert bzw. voreingestellt worden ist.

Durch einen Vergleich zwischen Ist-Wert und Soll-Wert des Flüssigkeitsstandes  $h$  im Behälter 1 wird von der elektronischen Komparatorschaltung 17 bestimmt, ob auf Grund einer festgestellten Abweichung vom Soll-Wert ein Regel- oder Korrekturvorgang eingeleitet werden soll, oder aber ob sich die Abweichungen zwischen den beiden Werten in einer Größenordnung bewegen, welche tragbar ist.

Ist der festgestellte Flüssigkeitsstand  $h$  im Behälter 1 z.B. zu niedrig, so wird von der Komparatorschaltung 16 über den Ausgang 16c und eine nachgeordnete Treiberschaltung 18 das Ventil 19 beaufschlagt, d.h. geöffnet, so daß über die Zuleitungen 19a, 19b der Flüssigkeitszulauf in den Behälter 1 erfolgen kann.

Wird andererseits durch die elektronische Komparatorschaltung 16 eine Überschreitung des zulässigen Flüssigkeitsstandes  $h$  ermittelt, so wird über den Ausgang 16d und die nachgeordnete Treiberstufe 18 die Pumpe 20 eingeschaltet, von welcher dann über die Rohrleitungen 20a, 20b die überschüssige Flüssigkeitsmenge abgeleitet wird.

Ist entweder durch Flüssigkeitszulauf in den Behälter 1 oder durch Abpumpen von Flüssigkeit aus diesen der Flüssigkeitsstand h korrigiert, so werden über die Ausgänge 16c, 16d entweder das Ventil 19 oder die Pumpe 20 wieder abgeschaltet.

Wurde hingegen von der elektronischen Komparatorschaltung 16 eine Abweichung zwischen Soll- und Ist-Wert des Flüssigkeitsstandes h innerhalb der zulässigen Grenzen festgestellt, so erfolgt keine Beeinflussung der Regelstrecke, d.h. weder Ventil 19 noch Pumpe 20 werden eingeschaltet.

Durch eine Netzstromversorgung 21 werden Oszillatorschaltung 14, Frequenz-Digitalwandler 15, die elektronische Komparatorschaltung 16 sowie - soweit erforderlich - das elektrische oder elektronische Programmsteuergerät 17 mit der notwendigen Kleinstspannung versorgt.

Die vorzugsweise mit elektronischen Bauelementen - z.B. Triacs - oder aber mit Relais arbeitende Treiberschaltung 18 wird aus dem Netz mit versorgt, da die dieser nachgeschalteten Funktionselemente (Ventil 19, Pumpe 20) netzbetätigte Elemente sind.

Außer dem Biegeelement 11 sind auch andere Formen von piezoelektrischen Elementen denkbar. So können auch scheiben- oder zylinderförmige piezoelektrische Elemente für denselben Zweck Verwendung finden.

030013/0407

Allerdings haben sich die ein- oder zweiseitig gehaltenen Biegeelemente 11 für den Anwendungsbereich der Anordnung nach der Erfindung als besonders geeignet erwiesen.

Es ist ein besonderer Vorteil der keramischen piezoelektrischen Elemente, daß sich diese leicht in den unterschiedlichsten Formen herstellen lassen und somit ganz besonders an den jeweiligen Verwendungszweck angepaßt werden können.

Fig. 2 zeigt eine andere mögliche Ausführungsform der Erfindung. Sie betrifft die Art der Anordnung bzw. des Einsatzes des piezoelektrischen Elementes 11. Durch einen zugeordneten Frequenzgenerator 25 wird das als einseitig gehaltenes Biegeelement 11 ausgebildete piezoelektrische Element über die Beläge 26, 27 und 28 einer piezoelektrischen Beaufschlagung durch eine Wechselspannung unterworfen, die durch den Frequenzgenerator 25 erzeugt wird und welche zu einer mechanischen Vibration des aus den Plättchen 11a und 11b und der Metallzunge 11c bestehenden Biegeelementes 11 führt. Diese elektrisch bzw. elektronisch erzeugte mechanische Vibration des Biegeelementes 11 hat an weiteren aufgebrachten Belägen 29, 30 wiederum die Erzeugung einer piezoelektrischen Wechselspannung zur Folge, welche durch einen nachgeordneten Gleichrichter mit elektronischer Siebung 31 in einen analogen Gleichspannungswert umwandelbar ist, der seinerseits wiederum durch den analogen Digitalwandler 15 in ein digitales elektrisches Signal umwandelbar ist.

Durch spezielle Maßnahmen wird die Wechselspannungsbeaufschlagung des piezoelektrischen Biegeelementes 11 konstant gehalten, so daß bei gleichbleibender Beaufschlagung des piezoelektrischen Biegeelementes durch die Membrane 8 das piezoelektrische Biegeelement 11 mechanische Vibrationen konstanter Amplitude ausführt. Ändert sich die Belastung des Biegeelementes 11 durch eine sich ändernde Beaufschlagung der Membrane 8 auf Grund einer sich ändernden Luftsäule im Schlauch 5 bzw. der Membrandose 7, so ändert sich die Amplitude des oszillierenden piezoelektrischen Biegeelementes 11 und damit die an den Belägen 29 und 30 abnehmbare, piezoelektrische Wechselspannung. Die Beläge 29 und 30 sind mit Zuleitungen 29a und 30a mit dem Gleichrichter mit elektronischem Sinusteil 31 verbunden.

Das piezoelektrische Biegeelement 11 erzeugt also an den Ausgängen 29a, 30a ein stetiges analoges Signal in Form einer piezoelektrischen Wechselspannung, welche durch die nachgeordnete Gleichrichterstufe mit elektronischem Siebungs teil 31 in eine entsprechende Gleichspannung umgesetzt wird.

Es ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung nach Fig.2 möglich, den Frequenzgenerator 25 als selbständigen Oszillator auszubilden, der auch z.B. quarzgesteuert sein kann. Hierdurch wird eine relativ große Frequenzkonstanz gewährleistet und somit sichergestellt, daß die auf den Belägen 29, 30 erzeugte Wechselspannung ihrem Betrag nach nur von der

Amplitude des schwingenden piezoelektrischen Biegeelementes 11 abhängt. Diese Amplitude ist aber - abgesehen von der Spannung am Ausgang des beaufschlagenden Frequenzgenerators 25, welche jedoch als stabilisiert angenommen werden kann - ausschließlich von der Bedämpfung des piezoelektrischen Biegeelementes 11 durch die Membrane 8 und damit vom Flüssigkeitsstand h des Behälters 1 abhängig.

Gemäß einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung nach Fig.2 wird das piezoelektrische Biegeelement 11 selbst zur Erzeugung von Schwingungen verwendet. Hierzu ist das piezoelektrische Biegeelement 11 mit seinen Belägen 26, 27 und 28 in einen elektronischen Rückkopplungskreis geschaltet, der durch eine im wesentlichen den Verstärker darstellende Schaltungsanordnung 25 und das piezoelektrische Biegeelement 11 gebildet ist.

Hierbei können z.B. die Beläge 26 und 28 die der Erregung des Einganges des Verstärkers 25 dienende piezoelektrische Spannung am Biegeelement 11 abnehmen, während die Beläge 27 und 28 der rückkoppelnden antreibenden Beaufschlagung des Biegeelementes 11 dienen können. Eine derartige Schaltungsanordnung eines beaufschlagenden Oszillators zeigt einen relativ einfachen Aufbau, ist jedoch nicht so frequenzkonstant, wie z.B. ein quarzgesteuerter Oszillator. Die Frequenzkonstanz ist jedoch noch als im allgemeinen ausreichend zu betrachten.

Die Rückkopplung zwischen den Eingangsleitungen 26a, 28a und den Ausgangsleitungen 27a, 28a des Verstärkers 25 erfolgt mechanisch-elektrisch über das Biegelement 11 bzw. auch rein elektrisch kapazitiv über die Beläge 26, 27 und 28 des Biegeelementes 11.

Über die Verbindungsleitungen 29a, 33a, welche von den Belägen 29, 30 wegführen, ist die erzeugte Wechselspannung dem Gleichrichter mit Siebteil 31 zuführbar. Dessen Ausgang 31a wiederum ist mit einer nachgeordneten Analog-Digitalwandlerschaltung 15' verbunden, durch welche der analoge Wert der am Ausgang 31 verabfolgten elektrischen Gleichspannung in ein entsprechendes elektrisches digitales Signal umwandelbar ist.

Die unterschiedliche Schwingungsamplitude der Vibrationen des piezoelektrischen Biegeelementes 11 und damit die unterschiedliche an den Belägen 29, 30 abnehmbare Wechselspannung ergeben sich also durch die unterschiedliche Dämpfung des schwingenden Systemes abhängig von der variierenden Belastung des Biegeelementes 11 durch die Membrane 8 bzw. das Gestänge 10.

Je größer die Bedämpfung des oszillierenden piezoelektrischen Biegeelementes 11 ist, desto kleiner wird die Schwingungsamplitude desselben und desto kleiner die abnehmbare Wechselspannung an den Belägen 29 und 30.

Bei dem Schwingungsvorgang des piezoelektrischen Biegelementes 11 entsteht eine jeweils phasenmäßige unterschiedliche Belastung der die Metallzunge 11c umgebenden Plättchen 11a, 11b, die aus piezoelektrischem, insbesondere piezokeramischem Werkstoff gefertigt sind.

Bei einer Elongation des piezoelektrischen Biegelementes 11 nach oben z.B., erfährt das Plättchen 11a eine Stauchung, das Plättchen 11b hingegen eine Dehnung. Hier handelt es sich um piezoelektrische entgegengesetzt wirkende Vorgänge, welche an beiden Plättchen 11a, 11b die Erzeugung von Polaritäten entgegengesetzten Vorzeichens zur Folge haben. Die z.B. an den Belägen 29, 30 abnehmbare Spannung, wäre in diesem Fall also gleich 0, da sich beide Polaritäten der erzeugten Piezospaltung entgegengesetzten Vorzeichens über die Metallzunge 11c hin aufheben würden.

Deswegen sind die beiden aus piezoelektrischem, vorzugsweise piezokeramischem Werkstoff bestehenden beiden Plättchen 11a, 11b auf der Metallzunge 11c so aufzubringen bzw. anzuordnen, daß die remanenten Polarisationen derselben einander entgegengerichtet liegen. In diesem Falle wird eine wirksame Gesamtspannung an den Belägen 29, 30 erreicht, welche sich additiv aus den beiden Einzelspannungen der Plättchen 11a und 11b ergibt bzw. zusammensetzt.

Bei einem Wechsel der Elongation von oben nach unten andererseits wieder, erfährt das obere piezoelektrische Plättchen 11a eine Dehnung, das untere Plättchen 11b hingegen eine Stauchung.

030013/0407

- 30 -

Dieser Wechsel der Beaufschlagung hat aber auch einen Wechsel bzw. eine Umkehr der erzeugten piezoelektrischen Potentiale zur Folge. Dies bedeutet aber, daß bei einem jeden Hin- und Hergang des piezoelektrischen Biegeelementes 11 während einer Schwingung zwei Spannungsimpulse unterschiedlicher Polarität erzeugbar sind, somit also bei fortlaufenden Elongationen bzw. Schwingungen des piezoelektrischen Biegeelementes 11 an den Belägen 29, 30 in der Tat eine Wechselspannung abnehmbar ist, deren Frequenz der mechanischen Schwingungsfrequenz des piezoelektrischen Biegeelementes 11 entspricht.

Die Erregung des piezoelektrischen Biegeelementes 11 erfolgt zweckmäßig im Bereich oder in der Umgebung der mechanischen Resonanzfrequenz desselben. Dies hat den Vorteil, daß auch bei schwächerer Beaufschlagung durch den Frequenzgenerator bzw. den Verstärker 25 eine ausreichende Elongation der mechanischen Vibrations oder Schwingungen erreichbar ist.

Die Anwendung des piezoelektrischen Biegeelementes 11 in Verbindung mit einem dieses beaufschlagenden Frequenzgenerators 25 bietet den Vorteil, daß unmittelbar vom Biegelement 11 ein bleibendes Signal in Form z.B. einer an den Belägen 29, 30 abnehmbaren Wechselspannung als Kriterium für die mechanische Belastung des piezoelektrischen Biegeelementes 11 durch die Membrane 8 ableitbar ist, welches außerdem in einer ausreichenden Amplitude zur Verfügung steht.

Ein durch eine Zeitkonstante bedingter Verlust des Signales wie bei einer statischen Spannungsmessung kann also nicht auftreten.

Wird das piezoelektrische Biegeelement 11 unmittelbar zur Schwingungserzeugung, also als Teil des Frequenzgenerators 25, herangezogen, so bietet dies die Möglichkeit, die unter dem Einfluß der wechselnden mechanischen Belastung variierende mechanische Eigenfrequenz des piezoelektrischen Biegeelementes 11 als Meßkriterium anzuwenden bzw. zu nutzen. Die Messung der Frequenz hat den Vorteil, daß diese relativ unabhängig von der Speisespannung des Frequenzgenerators bzw. Verstärkers 25 ist und somit auch bei nicht extrem stabilisierter Speisespannung eine zuverlässige Messung erlaubt. Die Messung der Wechselspannung hingegen bietet den Vorteil einer einfachen Wandlerschaltung für die Analog-Digitalwandlung des erhaltenen analogen Meßsignales.

Die Anordnung nach der Erfindung arbeitet kontaktfrei, bei gleichzeitig einfachem Aufbau der Meßanordnung.

Gemäß einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung sind die Membrandose 7 mit der Membrane 8, das Gestänge 10 mit dem piezoelektrischen bzw. piezokeramischen Element 11 nebst dem Sockel 12 sowie die elektronischen Bauelemente der Generator- oder Oszillatorschaltung 14, 25 miteinander zu einer Baueinheit vereinigt, welche durch eine Schutzkappe abgedeckt bzw. geschützt und für sich montierbar ist und die über den Schlauch 5 und die entsprechenden elektrischen Zuleitungen mit den übrigen Teilen der automatisch gesteuerten Haushaltmaschine mechanisch und elektrisch verbunden ist.



Nummer:  
Int. Cl. 2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

2840627  
G 05 D 9/12  
19. September 1978  
27. März 1980

- 35 -

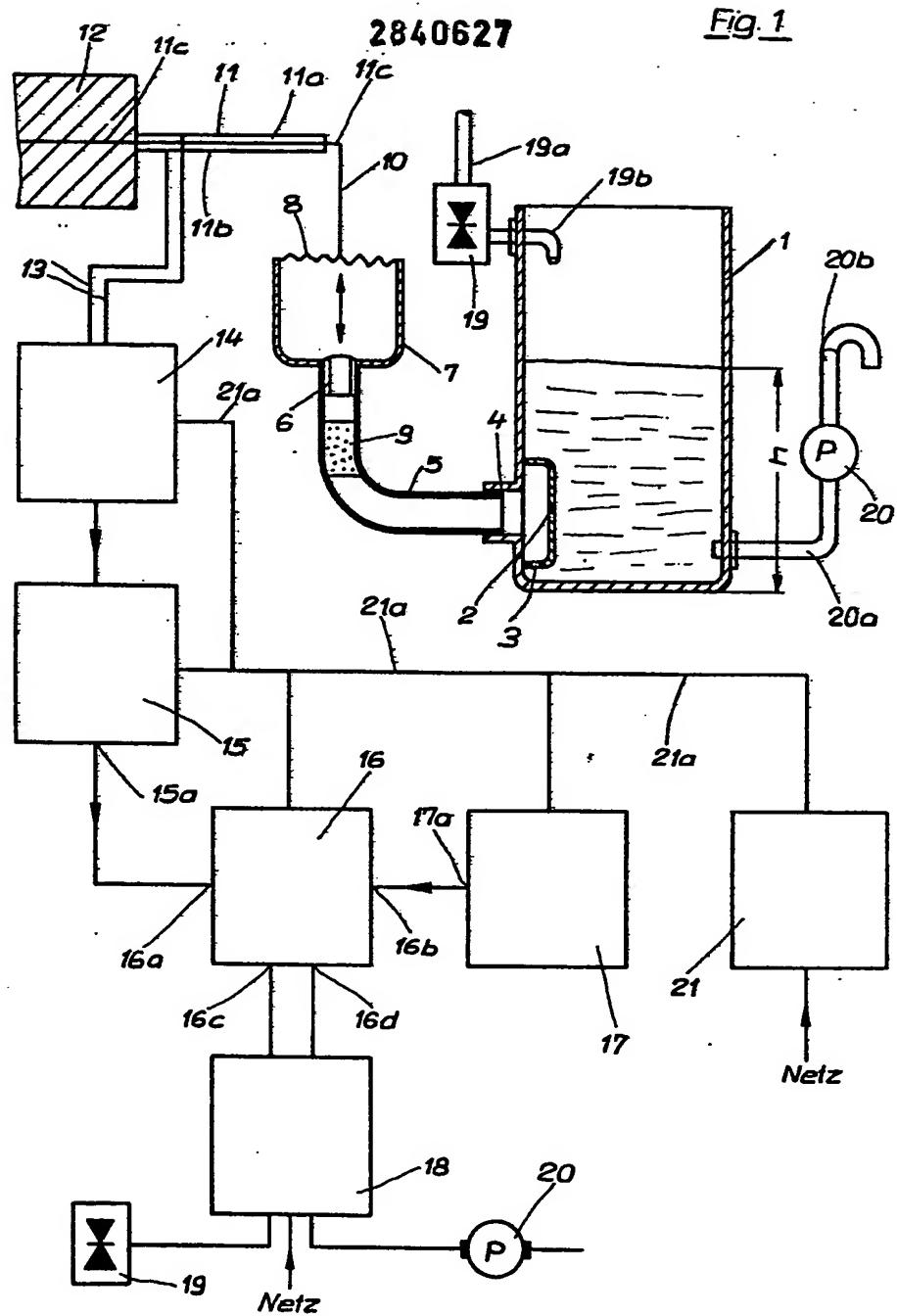
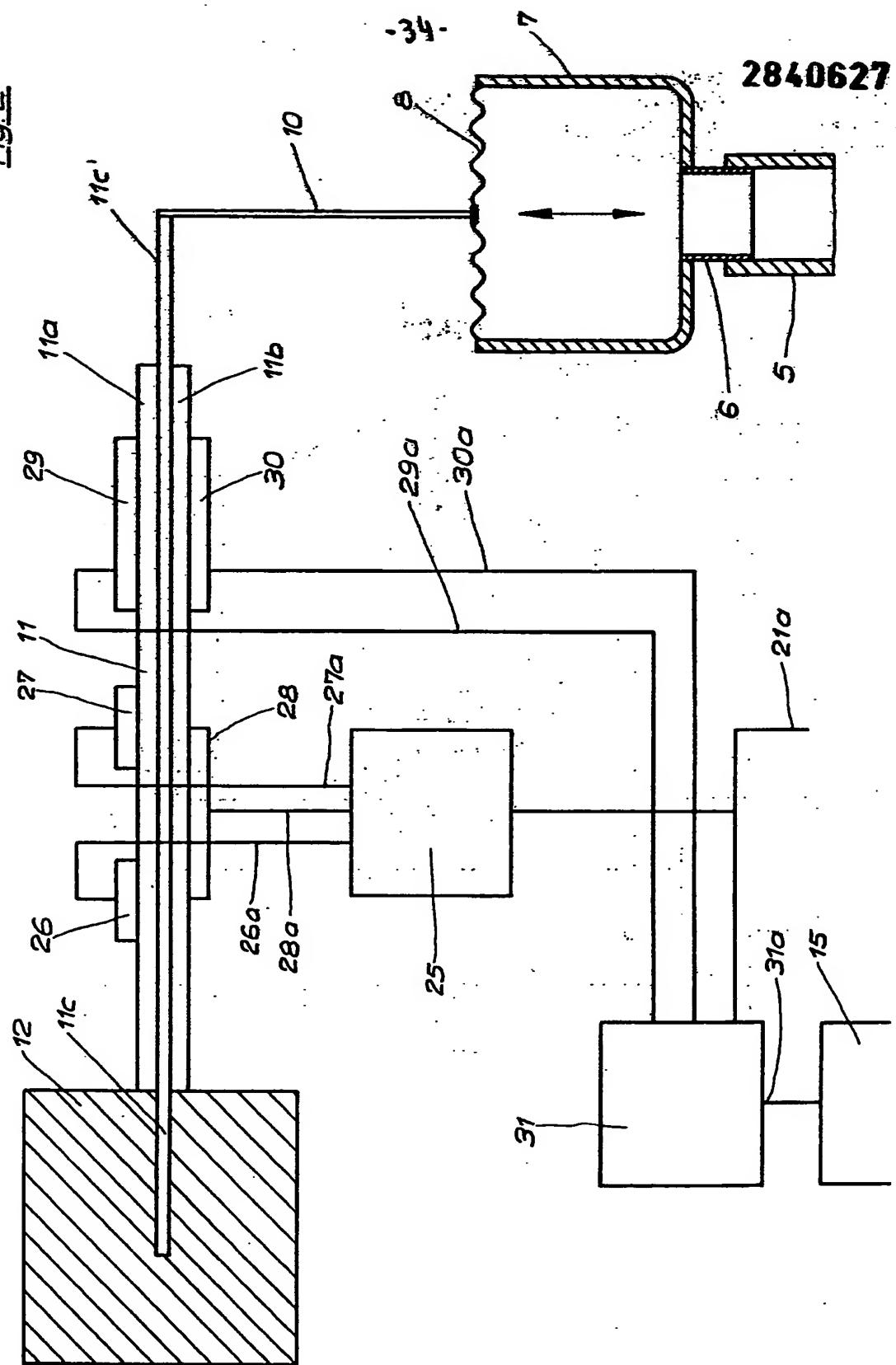


FIG. 2



030013/0407